

MOGADES のオペレータを採用した DCMOGA の検討

Examination of DCMOGA with MOGADES operator

奥田 環

Tamaki OKUDA

Abstract: In this paper, an algorithm of Genetic Algorithm for Multi objective Optimization Problems, called Distributed Cooperation model of MOGA (DCMOGA), is improved. we improve DCMOGA with operator of Multi-objective Genetic Algorithm with Distributed Environment scheme (MOGADES). The improved algorithm is applied to Knapsack test Problems. Comparing to old-DCMOGA, we examine improved DCMOGA.

1 はじめに

近年, 多目的最適化において遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) を用いた多目的 GA に関する研究が数多く行われている. 探索によって得られた解が解空間上の広範囲かつ真のパレート解付近に求まっていることは, 多目的 GA において重要な要素といえる.

このような解集合を得ることを目標とし, パレートフロントの前進と各最適解の更新とを同時に行う新しい多目的 GA 分散モデルである DCMOGA を提案した. 本発表では DCMOGA の拡張として DCMOGA における MOGA 探索部分に MOGADES のオペレータを取り入れた新しい DCMOGA の検討を行う.

2 多目的遺伝的アルゴリズム

一般に, 多目的最適化問題は下記のように定式化できる¹⁾. すなわち次式で表せる制約条件

$$g_i(x) \leq 0 \quad (1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

を満足し, 複数の目的関数 $f_i(x)$ が

$$\min[f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)] \quad (2)$$

となるような設計変数 $X \in \mathcal{F}$ を求める問題である.

多目的最適化問題においては, 目的関数間にトレードオフの関係がある場合, 唯一の最適解を得ることは難しく, パレート最適解集合を探索することが一つの目標となる.

多目的最適化問題に遺伝的アルゴリズムを適用し, このパレート解集合の探索を行うものが多目的遺伝的アルゴリズムである.

3 環境分散 GA (DEGA)

DGA は, GA の並列化モデルの 1 つであり, 母集団を複数の分割母集団 (島) に分割し, 各島ごとに GA を行う. また, 島間で探索情報を交換するために一定期間ごとに移住という操作を行う. DEGA は, DGA において複数の島にパラメータをそれぞれ異なる値で設定する.

3.1 MOGADES

多目的最適化問題において, 目的関数 $f_k (k = 1, \dots, p)$ させてほしいのそれぞれに重み (重要度) w_k を設定することにより, 荷重和 $\sum_k w_k f_k$ を単一の目的関数とする求解のアプローチがある. このような多目的最適化問題を単一目的の最適化問題に帰結させて最適化を行う手法を重みパラメータ法と呼ぶ²⁾.

多目的最適化のための環境分散遺伝的アルゴリズム (MOGADES) では, この重みパラメータ法に着目し, 各島ごとに重みを分散させることで DEGA を多目的最適化問題に適用した. この手法では各島における最良個体が多目的最適化におけるパレート最適解に相当すると考えられ, 多数の島数で行うことにより, 広範囲で一様なパレート最適解を得ることができると期待できる.

4 分散協力型モデル (DCMOGA)

DCMOGA では多目的 GA を行う従来の個体群 (MOGA 個体群) とは別に, 各目的関数における最適値を得るための個体群 (SGA 個体群) を用いてパレート最適解の探索を行う. さらに, 移住間隔を設定し, 移住間隔毎に各個体群の最適解を移住させることにより, 各個体群は協調的に解探索を行う¹⁾.

4.1 DCMOGA の問題点

多目的 GA では探索に要する膨大な計算コストがしばしば問題となっている. さらに大規模で計算コストが高い実問題に適用する場合にはよりコストが増す. しかし並列化を行うことでその効率は大幅に上がる. しかし, DCMOGA では, 各個体群における移住毎の評価計算回数が異なり, その並列が有効であるとはいえない.

4.2 MOGADES を採用した DCMOGA

従来の DCMOGA においても, 探索目的により個体群が複数に分かれていた. しかし, 新しい DCMOGA では探索目的のみで探索個体を分割せず, より多くの分割

個体群（島）を用いて探索を行う．分割個体群は各探索目的グループに同数程度で割り振る．各探索目的グループにおいては，SOGA 探索で DGA を用い，MOGA 探索で MOGADES のオペレータを採用した島モデルを用いている．エリート保存，パレート保存はそれぞれエリートアーカイブ，パレートアーカイブを用いている．ただし，パレート保存は MOGA 探索グループ内でのみ行っている．

また，DCMOGA の特徴である協調探索のため，各探索グループ内の DGA における解交換（移住）とは別に各 SOGA 探索グループと MOGA 探索グループとの間で解交換を行っている．2 目的の場合の様子を Fig. 1 に示す．また，グループ間の解交換時に評価計算回数を増減させるのではなく，各個体群（島）の役割を変更することで，探索の進捗具合を調節している（Fig. 2）．

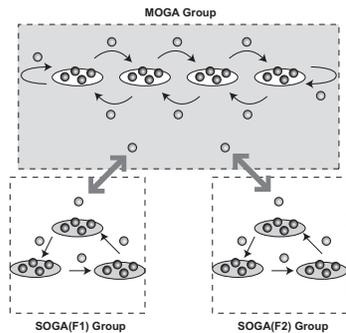


Fig. 1 DCMOGA

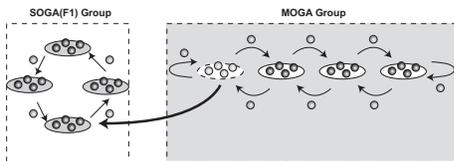


Fig. 2 Migration of island

5 数値実験

新しい DCMOGA の有効性を検証するため，以前の DCMOGA，そして改良した DCMOGA を用いて数値実験を行う．対象問題は荷物数 750，ナップサック数 2 のナップサック問題³⁾とする．

GA パラメータは Table 1 のように設定した．

5.1 数値実験結果

上記のパラメータで数値実験を行った結果のパレート解集合のプロット図を Fig. 3 に示す．

5.2 考察

従来の DCMOGA に比べて改良した DCMOGA では，同程度に幅広く，より精度の良いパレート解集合を得る

個体数	250
島数	25
評価計算回数	500000
交叉率	1.0
突然変異率	1/L

Table 1 GA パラメータ

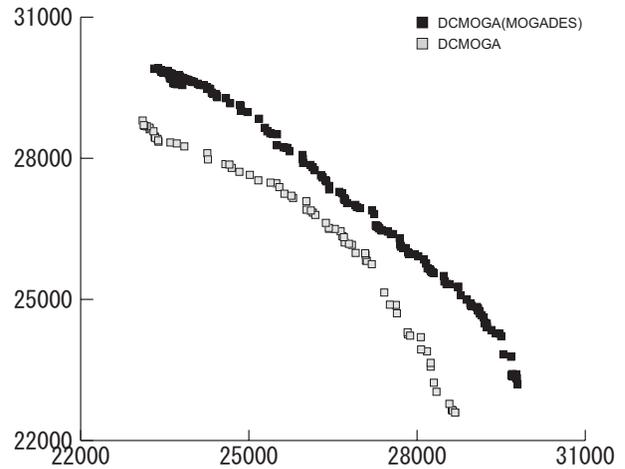


Fig. 3 KP750_2 (plot)

ことができている．しかし，パレートフロントの両端における解探索の進行に比べ，中央部分の進行が遅れている．

6 おわりに

本研究では，従来の DCMOGA をより多くの分割個体群を用いて，MOGADES のオペレータを採用することにより DCMOGA の改良を行った．その結果，従来のモデルと比較し有効な結果を得られた．

今後の課題として，さらに複雑な問題に適用するために今回改良した DCMOGA の並列化を行う．

参考文献

- 1) 廣安知之，三木光範，奥田環，渡邊真也『多目的遺伝的アルゴリズムの分散協力型モデル』（同志社大学理工学研究報告，Vol.42，No.3，2001）
- 2) 廣安知之，三木光範，上浦二郎『環境分散遺伝的アルゴリズムの多目的最適化問題への適用』（第 11 回 FAN インテリジェント・システム・シンポジウム，pp. 239–240，2001）
- 3) E. Zitzler and L. Thiele. Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 3, No. 4, pp. 257–271, 1999.